

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-141949

(43)Date of publication of application : 08.06.1993

(51)Int.Cl.

G01B 17/00

G11B 5/84

G11B 23/00

(21)Application number : 03-334320

(71)Applicant : HITACHI ELECTRON ENG CO LTD

(22)Date of filing : 22.11.1991

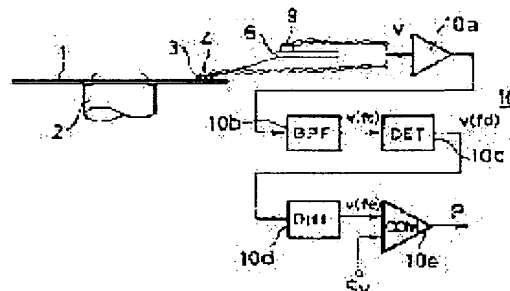
(72)Inventor : HONMA SHINJI  
NAKAKITA TAKASHI

## (54) PROJECTION DETECTING CIRCUIT FOR MAGNETIC DISK

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide the projection detecting circuit of a magnetic disk capable of improving the S/N ratio of the projection detection signal obtained by a vibration sensor and improving the detection reliability.

**CONSTITUTION:** The output voltage outputted by the vibration sensor of a projection detecting circuit and including noises is properly amplified by an amplifier 10a, only the natural vibration frequency component of the vibration sensor is extracted by a band filter 10b, and noises are removed. The natural vibration frequency component is detected by a detecting circuit 10c to obtain the envelope voltage, it is differentiated by a differentiating circuit 10d, the differential voltage emphasized with the change of the wave-form is obtained, it is compared with the constant threshold value voltage by a comparator 10e, and the projection detection pulse is outputted. A projection smaller than before can be satisfactorily detected by the noise removal and differentiation.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.06.1995

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2794357

[Date of registration] 26.06.1998

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 26.06.2004

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] In the projection detection equipment of the magnetic disk which detects vibration which the projection detection head which surfaced from said front face by the air flow generated on the front face of the rotating magnetic disk is made to collide with the projection in said front face, and is generated at the time of a collision with a sway sensor, and detects the projection of said magnetic disk The amplifier which amplifies the electrical signal acquired from said sway sensor, and the band-pass filter which extracts the oscillation frequency component of said sway sensor proper in response to the signal from this amplifier, The detector circuit which carries out envelope detection of the signal outputted from this band-pass filter, and outputs the voltage signal of envelope detection, The projection detector of the magnetic disk characterized by having the differential circuit which differentiates said voltage signal, and the comparator which outputs the pulse which shows projection detection for the output signal of this differential circuit as compared with a predetermined threshold.

[Claim 2] A sway sensor is fixed to the field of said support arm and the field of the opposite side where the back end side of said suspension spring was fixed in the support arm which supports said projection detection head through a suspension spring. The thickness of the part of said support arm which is fixing said sway sensor by a certain frequency chosen in the received frequency band of said sway sensor and said collision The projection detector of the magnetic disk according to claim 1 characterized by being almost equal to the half-wave length of said supersonic wave determined by the acoustic velocity of the supersonic wave of the longitudinal wave which occurs and spreads said support arm, or the wavelength of the integral multiple.

[Claim 3] In the projection detection equipment of the magnetic disk which detects vibration which the projection detection head which surfaced from said front face by the air flow generated on the front face of the rotating disk is made to collide with the projection in said front face, and is generated at the time of a collision with a sway sensor, and detects the projection of said disk The amplifier which amplifies the electrical signal acquired from said sway sensor, and the band-pass filter which extracts the oscillation frequency component of said sway sensor proper in response to the signal from this amplifier, The detector circuit which carries out envelope detection of the signal outputted from this band-pass filter, and outputs the voltage signal of envelope detection, The projection detector of the magnetic disk characterized by having the differential circuit which differentiates said voltage signal, and the comparator which outputs the pulse which shows projection detection for the output signal of this differential circuit as compared with a predetermined threshold.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention is S/N of the signal of the projection detection obtained from a sway sensor in detail about the projection detector of a magnetic disk. It is related with the projection detector of the magnetic disk which can raise a ratio and can raise the dependability of detection.

[0002]

[Description of the Prior Art] The magnetic disk which is one of the information record media uses an aluminum disk, glass, etc. as the base, applies a magnetic film to the front face, carries out the coating of the protective coat further, and is manufactured. The front face where the magnetic film and the protective coat were applied needs to be the smooth flat surface which does not have irregularity, such as a projection, as much as possible. Then, varnishing is performed so that the front face of a magnetic disk may turn into a smooth flat surface. However, in addition, the projection of the above magnitude may remain to some extent on the surface of a disk also by varnishing. The magnetic disk with which such a projection remained has the high danger that the magnetic head will collide with a projection and will be damaged, and the problem of generating an error is in the data to access. In order to avoid such danger and a problem, projection inspection of a magnetic disk is conducted with projection test equipment. Consequently, when the big projection remains more than the predetermined number beyond the convention to the magnetic disk, re-varnishing of a magnetic disk is performed and the flat surface is graduated.

[0003] Drawing 2 is the conventional projection detection device of projection test equipment, and the outline of the detection approach. The spindle 2 is equipped with the magnetic disk (following only disk) 1 shown in drawing (a), and it rotates. This disk 1 is countered and the carriage device 7 is established. Migration section 7a of the carriage device 7 The support arm 6 is formed and the back end of the suspension spring 5 is being fixed to this. The projection detection head 3 for projection detection (only henceforth a detection head) is attached at the tip. If a disk 1 rotates, the suspension spring 5 will give a load to the detection head 3 so that the detection head 3 may stand face to face against the front face of a disk 1 and may surface, and will support this. Although there are the Winchester mold used for the beginning and a thin film head developed after that in the magnetic head which accesses data to a magnetic disk, the detection head 3 is also having the same structure as them. (b) It is a detection head corresponding to the Winchester mold used for \*\* and the beginning. (c) Correspond to \*\* and the thin film head developed after that. Each detection head 3 has the head slider of the same configuration as these magnetic heads as slider 3a, and a piezo-electric element 4 like illustration is being fixed to this by the top face. The detection head 3 is drive-motor 7b. Migration section 7a which moves from rotation It moves in the radius R direction of a disk 1. This scans the front face of a disk 1 to the shape of a spiral, and concentric circular. The detection head 3 is (b) and (c) by the air flow produced by rotation of a disk 1. It rises to surface by height  $\Delta h$  so that it may be shown. When a projection exists in the front face of a disk 1, it collides with slider 3a (slider side etc.). A projection detector detects the oscillating voltage signal produced in a piezo-electric element 4 by this collision, detection of a projection is performed, and projection inspection of a disk 1 is made.

[0004] Drawing 3 (a) The projection detector 8 is shown. This is amplifier 8a connected to the piezo-

electric element 4 one by one, detector (BPF-DET) 8b which consists of a band-pass-filter + envelope detector circuit, and comparator 8c. It is constituted. Threshold voltage  $S_v$  fixed in order to acquire the signal of projection detection in comparator 8c It is given. Then, slider 3a If the projection in the front face of a disk 1 collides, slider 3a will vibrate in response to an impact, and a piezo-electric element 4 will vibrate with vibration of this slider 3a. Vibration of the piezo-electric element 4 at this time is (b). It becomes the self resonant frequency  $f_c$  ( $= 100\text{kHz} - \text{about } 300\text{kHz}$ ) like. A piezo-electric element 4 is a frequency  $f_c$  as the result. The oscillating voltage signal  $v$  is outputted. Low frequency component  $f_L$  which extracts a low-frequency component from this output with that band-pass filter by detector 8b, detects by the envelope detector circuit further, and is shown in (c) A voltage signal  $v$  ( $f_L$ ) is outputted. This output signal is comparator 8c. Threshold voltage  $S_v$  It is compared. Consequently, a voltage signal  $v$  ( $f_L$ ) is threshold voltage  $S_v$ . If it exceeds, the projection detection pulse  $p$  will be outputted from comparator 8c. And it counts in the data-processing section which this projection detection pulse  $p$  does not illustrate.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the above-mentioned projection detection device, the piezo-electric element 4 serves as a load of the detection head 3. On the other hand, since a piezo-electric element 4 is not carried in the actual magnetic head, the case where the surfacing posture differs from the actual magnetic head arises. Then, the problem on which the height of the detected projection does not agree with the present condition arises. Moreover, as for the inspection data made in the condition of having breakage, open circuit and made easy to produce breakage of the piezo-electric element by the collision with a projection, and an open circuit of a very thin lead wire, a question remains in dependability. If breakage and an open circuit occur, these exchange will be required and the activity will also take time and effort each time. In connection with the densification of a disk, especially as for the magnetic head in recently, the configuration and the dimension have been miniaturized increasingly. For example, the magnetic head of super-mini size called  $2 \times 2.6\text{mm}$  angle at  $0.5\text{mm}$  in the thickness has also appeared. The surfacing quantity  $\Delta h$  is small to the degree of pole, for example, is about  $0.05$  micrometers. Therefore, the allowed value of the magnitude of the projection in this case serves as  $0.05$  micrometers of maximums. It is necessary to detect a projection detection device to such a minute projection. However, there is almost no installation room of a piezo-electric element in the head of super-mini size. Although the miniaturization of the piezo-electric element itself is needed for attaching by force, thereby, the sensibility of a piezo-electric element falls greatly. Moreover, in more cases unlike the actual magnetic head, with the head of super-mini size, a surfacing posture generates only the part to which the head became small.

[0006] In order to solve such a problem, then, this artificer etc. The detection head in which the sensor is not carried, and the suspension spring with which this detection head was fixed to the tip side, and the back end side was fixed to the support arm, It has the sway sensor of the electrostrictive ceramics fixed to the field of a support arm where the carriage [ which supports a support arm ], and back end side of a suspension spring was fixed, and the field of the opposite side. Projection detection equipment almost equal to the half-wave length of the supersonic wave determined by the acoustic velocity of the supersonic wave of a longitudinal wave with which the thickness of a support arm occurs by a certain frequency and collision which were chosen in the received frequency band of a sway sensor, and spreads a support arm, or the wavelength of the integral multiple is proposed. This applicant has applied for it.

[0007] Thus, the supersonic wave of a longitudinal wave can be made to constant-\*\* in the thickness direction of a support arm by attaching the sway sensor of electrostrictive ceramics in a support arm side, and determining the thickness of a support arm by the relation between the received frequency of a sway sensor, and the longitudinal-wave acoustic velocity of the supersonic wave which spreads a support arm. The acoustic wave which the projection detection head generated in response to the impact in this is efficiently transmitted to a support arm through a suspension spring, and a support arm stores the longitudinal-wave acoustic wave of the integral multiple of the half-wave length corresponding to thickness by the resonance state. The sway sensor which has the vibration corresponding to this vibration for resonance vibration of a support arm by this detects efficiently. Therefore, it is not necessary to fix to a projection detection head directly and to detect vibration, and

a slider etc. can be miniaturized.

[0008] Now, generally, the output voltage of the sway sensor of electrostrictive ceramics declines as the magnitude of a projection becomes minute. Moreover, although the oscillation frequency of a sway sensor proper becomes a subject, it is easy to mix a noise component according to various causes, and responds to the level fall of output voltage, and the property of output voltage is S/N. A ratio gets worse. So, in the projection detector 8 shown previously, there is a problem to which a cure in a noise is still inadequate for, and the dependability of projection detection falls. This invention is S/N of the signal of the projection detection which was made in view of the above and obtained from a sway sensor. It aims at offering the projection detector of the magnetic disk which can raise a ratio and raises the dependability of detection.

[0009]

[Means for Solving the Problem] This invention and description remove the noise component contained in the output voltage of a sway sensor, extract and detect that proper oscillation frequency component, and raise the detectability ability to a minute projection by differentiating this further and detecting a differential signal as compared with predetermined level. It has the detector circuit which a deer is carried out, and that concrete configuration carries out envelope detection of the signal outputted from the amplifier which amplifies the electrical signal acquired from a sway sensor, the band-pass filter which extracts the oscillation-frequency component of a sway-sensor proper in response to the signal from this amplifier, and this band-pass filter, and outputs the voltage signal of envelope detection, the differential circuit which differentiate a voltage signal, and the comparator which output the pulse which shows projection detection for the output signal of this differential circuit as compared with a predetermined threshold.

[0010]

[Function] If it was in such a projection detector, after the output voltage containing the noise which a sway sensor outputs is suitably amplified with amplifier, only the component of the proper oscillation frequency of a sway sensor is extracted by the band-pass filter, and a noise is removed. Subsequently, the differential electrical potential difference as which it was detected by the detector circuit, the envelope electrical potential difference was obtained, the proper oscillation frequency component was further differentiated by the differential circuit, and a wave-like change was emphasized is obtained, this is compared with fixed threshold voltage by the comparator, and a projection detection pulse is outputted. By the above noise rejection and differential, a minuter projection than before can detect good.

[0011]

[Example] Drawing 1 (a) It is the block diagram of one example of the projection detector of the magnetic disk of this invention, and is (b). It is the electrical-potential-difference wave form chart of each part in each phase of operation. drawing (a) it is alike and set, and a spindle 2 is equipped with the inspected disk 1, and it rotates. The detection head 3 to this is drawing 2 (b) and (c). The thing of the shown Winchester mold or a thin film head or above mentioned any of a super-mini size head is sufficient. This is drawing 2 (a). It is similarly attached at the tip of the suspension spring 5.

However, as for this detection head 3, the piezo-electric element 4 is not carried. The back end of a suspension spring is being fixed to the inferior surface of tongue of the support arm 6 established in the carriage device 7. An aluminum plate constitutes the support arm 6 and the ultrasonic vibrator 9 is being fixed to the top face as a sway sensor of electrostrictive ceramics. This ultrasonic vibrator 9 consists of polycrystalline-substance ceramics of either barium titanate or titanate-acid zircon lead. An ultrasonic vibrator 9 is longitudinal-wave vibrator which has the proper oscillation frequency (or resonance frequency)  $f_{cn}$  expressed with a formula below to the thickness  $d$ .

$f_{cn} = (n/2d) \cdot (E/2 / \rho)$  ..... (1) However,  $n$ : positive integer,  $E$ : Young's modulus,  $\rho$ : Consistency

[0012] As an ultrasonic vibrator 9, the band (proper oscillation fundamental frequency  $f_{c1}$ ) of a supersonic wave uses what is 100kHz - 1MHz. This is range whose natural frequency of the conventional piezo-electric element 4 is 100kHz - about 300kHz, and a frequency of this level is because there is already a track record as projection inspection. And thickness  $D$  of the part of the support arm 6 to which the ultrasonic vibrator 9 is being fixed is set as the value calculated by the following formula or its near.

$D = 2m\lambda_{c1} / 4$  ..... (2)  $\lambda_{c1} = v/f_{c1}$  ... (3) However,  $m$ : positive integer,  $v$ : The velocity of

propagation of the supersonic wave of a support arm,  $\lambda_1$  : Wavelength to the fundamental frequency  $f_{c1}$  in a support arm.

Half-wave length  $\lambda_1 / 2$  resonate to thickness D, or such a support arm 6 of thickness D is  $\lambda_1$  one wave. It resonates and the thickness vibration of a frequency  $f_{c1}$  is made. Thereby, it is transmitted by attenuation with the small component of the frequency  $f_{c1}$  of the vibration of a detection head. Consequently, the supersonic wave of a longitudinal wave constant- $\gamma$  corresponding to thickness D of the support arm 6, and an ultrasonic vibrator 9 resonates to it and outputs an oscillating electrical potential difference.

[0013] For example, if the acoustic velocity which spreads the inside of the thing made from aluminum, then aluminum for the support arm 6 makes 7000 kgf(s)/a square millimeter and Poisson's ratio  $\gamma$  to 0.4 and makes a consistency  $\rho$  2.7g/a cubic centimeter for Young's modulus E with standard temperature, the longitudinal-wave rate  $v$  will become like the following formula.

$$v = [(1 - \gamma) / (1 + \gamma)]^{1/2} \times (E / \rho)^{1/2} = [(1 - 0.4) / \{(1 + 0.4) (1 - 2 \times 0.4)\}]^{1/2} \times (6.86 \times 10^{10} [\text{N} \cdot \text{m}^{-2}] / 2.7 \times 10^3 [\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}])^{1/2} = 7378 [\text{m}/\text{sec}] \text{ (however, "m" is the same as "x")}$$

If the die length (thickness of = support arm 6) of the half-wave length is found as  $l = 490\text{kHz}$  of  $f_c$  (s) here  $\lambda_1 / 2 = v / 2f = 7378 [\text{m}/\text{sec}] / 2 \times 49 \times 10^3 [\text{sec}^{-1}]$

$$= 7.53 \times 10^{-3} [\text{m}]$$

$$= 7.53 [\text{mm}]$$

Then, the band where resonance frequency contains 490kHz, or the thing to which it has center frequency near this is used for an ultrasonic vibrator 9. And thickness of the part which fixes the ultrasonic vibrator 9 of the support arm 6 is carried out before and after that by making 7.53mm into desired value. In addition, since, as for the temperature environment where projection test equipment is used, 23-degree management [ temperature ] of about  $\pm 3$  degrees is usually made, change of longitudinal-wave acoustic velocity is not changed, so that it affects inspection. And if structure like this example is taken, since the thickness of the support arm 6 and the resonance frequency of an ultrasonic vibrator 9 will carry out a filter operation, a strong detecting signal can be obtained to a noise etc.

[0014] Now, 10 is a projection detector which undergoes the output from an ultrasonic vibrator 9. this -- amplifier 10a, band-pass-filter (BPF) 10b, detector circuit (DET) 10c, 10d (Diff) of differential circuits, and comparator (COM) 10e cascade connection is carried out and it constitutes - - having -- comparator 10e \*\*\*\* -- fixed threshold voltage  $S_v$  It is given.

[0015] Drawing 1 (a) and (b) If actuation of the projection detector 10 is explained, the output voltage  $v$  containing the noise which an ultrasonic vibrator 9 outputs is amplifier 10a. It is amplified to suitable level. The amplified signal is band-pass-filter 10b. A noise is removed and oscillating electrical-potential-difference [ of the proper oscillation fundamental frequency  $f_{c1}$  (or proper oscillation frequency  $f_c$  as one of the higher harmonic of the) ]  $v(f_c)$  is extracted. And detector circuit 10c Envelope detection is performed and the signal of envelope electrical-potential-difference  $v(f_d)$  is outputted. The output signal of envelope electrical-potential-difference  $v(f_d)$  is 10d of differential circuits next. It is added and is outputted as a signal of differential electrical-potential-difference  $v(f_e)$  with which this differentiated and electrical-potential-difference change was emphasized. The output signal of this differential electrical-potential-difference  $v(f_e)$  is comparator 10e. It is inputted, sets to comparator 10e, and is threshold voltage  $S_v$ . It is compared. Consequently, the projection pulse  $p$  is outputted after this.

[0016] Setting above, oscillating electrical-potential-difference  $v(f_c)$  is drawing (b). (i) Since the standup wave of the moment of colliding with a projection is steep so that it may be shown, envelope electrical-potential-difference  $v(f_d)$  becomes a wave with a steep standup (refer to (ii)). Signal which differentiated this from this start part since the change before and behind a peak became large (iii), It becomes like. this signal -- 10d of differential circuits from -- comparator 10e adding -- \*\*\*\*\* . Then, comparator 10e since this serves as a candidate for a comparison Comparison detection to depend is performed clearly and the projection pulse  $p$  is outputted (refer to (iv)). Therefore, reliable detection can be performed. In addition, band-pass-filter 10b In quest of the proper oscillation frequency  $f_c$  (the proper oscillation fundamental frequency  $f_{c1}$  or frequency of the higher harmonic) of an ultrasonic vibrator 9, the thing of a suitable value is used for a frequency

band by the catalog or experiment. Furthermore, threshold voltage  $S_v$  A value shall be appropriately defined by experiment etc.

[0017] By the way, the above is drawing 1 (a), although the example which used the ultrasonic vibrator as a sway sensor is raised. As a dotted line shows, it may consider as the detection head of the gestalt which put the piezo-electric element 4 on the upper part of slider 3a as usual, and, of course, a signal may be received from a piezo-electric element 4 in the projection detector 10. Although the example explains projection detection of the magnetic disk with which the coating of a magnetic film or the protective coat was carried out, this invention of it being applicable also about projection detection of the disk substrate which is the substrate of a magnetic disk is natural.

[0018]

[Effect of the Invention] If it is in the projection detector of this invention as the above explanation, only the component of the proper oscillation frequency of a sway sensor is extracted by the band-pass filter, and a noise is removed, and by differentiating that envelope electrical potential difference, a wave-like change is emphasized and it can detect to fitness to a minuter projection than before.

---

[Translation done.]

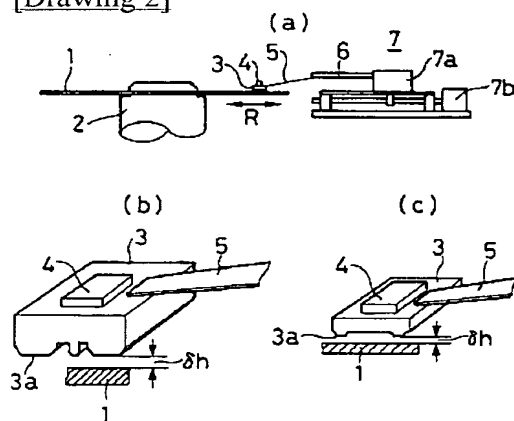
## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

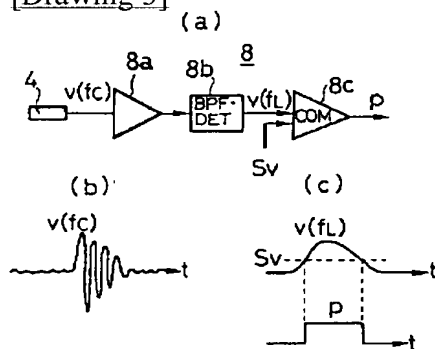
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

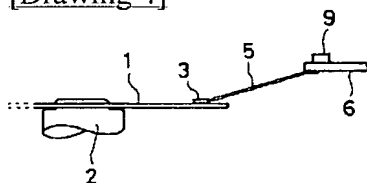
[Drawing 2]



[Drawing 3]

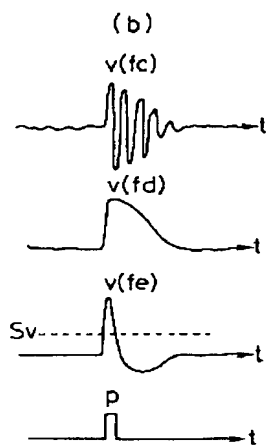
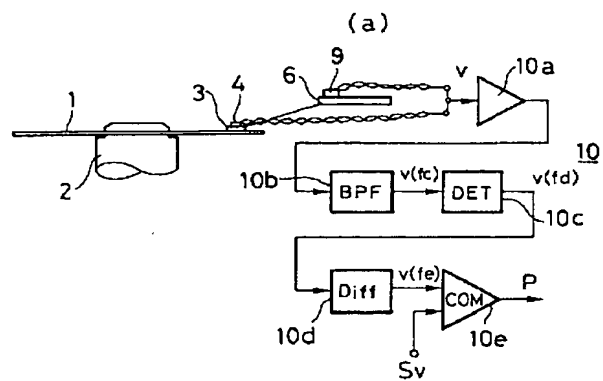


[Drawing 4]



[Drawing 1]





[Translation done.]

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-141949

(43)公開日 平成5年(1993)6月8日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 17/00	Z	8201-2F		
G 1 1 B 5/84	Z	7303-5D		
23/00	H	7201-5D		

審査請求 未請求 請求項の数3(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平3-334320

(22)出願日 平成3年(1991)11月22日

(71)出願人 000233480

日立電子エンジニアリング株式会社  
東京都千代田区大手町2丁目6番2号

(72)発明者 本間 真司

東京都千代田区大手町2丁目6番2号 日  
立電子エンジニアリング株式会社内

(72)発明者 中北 俊

東京都千代田区大手町2丁目6番2号 日  
立電子エンジニアリング株式会社内

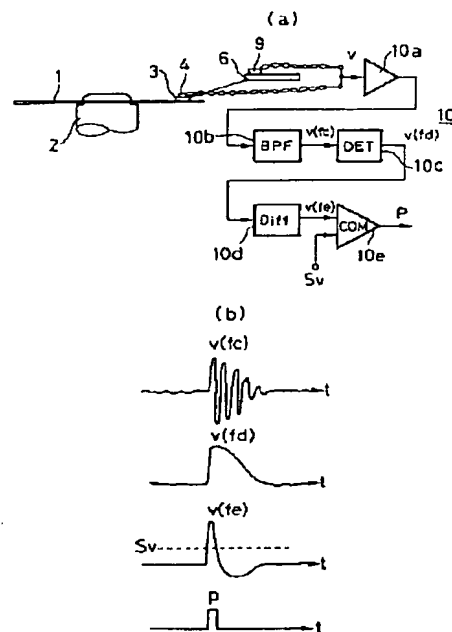
(74)代理人 弁理士 梶山 信是 (外1名)

(54)【発明の名称】 磁気ディスクの突起検出回路

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 振動センサから得られる突起検出の信号のS/N比を向上させることができ、検出の信頼性を向上させる磁気ディスクの突起検出回路を提供する。

【構成】 突起検出回路10にあっては、振動センサが出力するノイズを含む出力電圧がアンプ10aにより適当に増幅されたのち、帯域フィルタ10bにより振動センサの固有振動周波数の成分のみが抽出されてノイズが除去される。ついで、固有振動周波数成分は検波回路10cにより検波されてそのエンベロープ電圧がえられ、さらに微分回路10dにより微分されて波形の変化が強調された微分電圧が得られ、これがコンパレータ10eにより一定の閾値電圧と比較されて突起検出パルスが出力される。以上のノイズ除去と微分により、従来以上に微小な突起が良好に検出できる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 回転する磁気ディスクの表面に発生するエアフローにより前記表面より浮上した突起検出ヘッドを前記表面にある突起と衝突させて衝突時に発生する振動を振動センサにより検出して前記磁気ディスクの突起を検出する磁気ディスクの突起検出装置において、前記振動センサから得られる電気信号を増幅する増幅器と、この増幅器からの信号を受けて前記振動センサ固有の振動周波数成分を抽出する帯域フィルタと、この帯域フィルタから出力された信号を包絡線検波して包絡線検波の電圧信号を出力する検波回路と、前記電圧信号を微分する微分回路と、この微分回路の出力信号を所定の閾値と比較して突起検出を示すパルス信号を出力するコンパレータとを備えることを特徴とする磁気ディスクの突起検出回路。

【請求項2】 振動センサは、前記突起検出ヘッドをサスペンションばねを介して支持する支持アームにおいて前記サスペンションばねの後端側が固定された前記支持アームの面と反対側の面に固定され、前記振動センサを固定している前記支持アームの部分の厚さが前記振動センサの受信周波数帯域内で選択されたある周波数と前記衝突により発生し前記支持アームを伝搬する縦波の超音波の音速とにより決定される前記超音波の半波長あるいはその整数倍の波長にほぼ等しいことを特徴とする請求項1記載の磁気ディスクの突起検出回路。

【請求項3】 回転するディスクの表面に発生するエアフローにより前記表面より浮上した突起検出ヘッドを前記表面にある突起と衝突させて衝突時に発生する振動を振動センサにより検出して前記ディスクの突起を検出する磁気ディスクの突起検出装置において、前記振動センサから得られる電気信号を増幅する増幅器と、この増幅器からの信号を受けて前記振動センサ固有の振動周波数成分を抽出する帯域フィルタと、この帯域フィルタから出力された信号を包絡線検波して包絡線検波の電圧信号を出力する検波回路と、前記電圧信号を微分する微分回路と、この微分回路の出力信号を所定の閾値と比較して突起検出を示すパルス信号を出力するコンパレータとを備えることを特徴とする磁気ディスクの突起検出回路。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、磁気ディスクの突起検出回路に関し、詳しくは、振動センサから得られる突起検出の信号のS/N比を向上させることができ、検出の信頼性を向上させることができるような磁気ディスクの突起検出回路に関する。

【0002】

【従来の技術】情報記録媒体の1つである磁気ディスクは、アルミニウムディスクやガラスなどをベースとし、その表面に磁性膜を塗布し、さらに保護膜をコーティングして製作される。磁性膜、保護膜が塗布された表面

は、突起などの凹凸ができるだけない平滑な平面であることが必要である。そこで、磁気ディスクの表面が平滑な平面になるようにバーニッシュが行われる。しかし、バーニッシュによってもなおディスクの表面にある程度以上の大きさの突起が残留することがある。そのような突起が残留した磁気ディスクは、磁気ヘッドが突起に衝突して損傷する危険性が高く、また、アクセスするデータにエラーを発生するなどの問題がある。このような危険性と問題を回避するために突起検査装置により磁気ディスクの突起検査が行われる。その結果、磁気ディスクに規定以上大きな突起が所定数以上残留しているときには、磁気ディスクの再バーニッシュが行われ、その平面が平滑化される。

【0003】図2は、突起検査装置の従来の突起検出機構と検出方法の概要である。図(a)に示す磁気ディスク(以下単にディスク)1はスピンドル2に装着されていて回転する。このディスク1に対向してキャリッジ機構7が設けられている。キャリッジ機構7の移動部7aに支持アーム6が設けられ、これにサスペンションばね5の後端が固定されている。その先端に突起検出のための突起検出ヘッド(以下単に検出ヘッドという)3が取り付けられている。ディスク1が回転すると、サスペンションばね5は、検出ヘッド3がディスク1の表面に対峙して浮上するように検出ヘッド3に負荷を与えて、これを支持する。磁気ディスクに対してデータをアクセスする磁気ヘッドには、当初に使用されたウインチェスター型と、その後に関与された薄膜ヘッドとがあるが、検出ヘッド3もそれらと同一の構造をしている。(b)は、当初に使用されたウインチェスター型に対応する検出ヘッドである。(c)は、その後開発された薄膜ヘッドに対応する。各検出ヘッド3は、これらの磁気ヘッドと同じ形状のヘッドスライダをスライダ3aとして有し、これに図示のようなピエゾ素子4が上面に固定されている。検出ヘッド3は、駆動モータ7bの回転より移動する移動部7aによりディスク1の半径Rの方向に移動する。それによりディスク1の表面をスパイラル状あるいは同心円状に走査する。検出ヘッド3は、ディスク1の回転により生ずるエアフローにより(b),(c)に示すように高さ $\delta h$ で浮上する。ディスク1の表面に突起が存在するときにはそれがスライダ3a(スライダ面等)に衝突する。この衝突によりピエゾ素子4に生ずる振動電圧信号を突起検出回路により検出して突起の検出が行われ、ディスク1の突起検査がなされる。

【0004】図3(a)は、突起検出回路8を示している。これは、ピエゾ素子4に順次に接続されたアンプ8a、帯域フィルタ+包絡線検波回路からなる検出回路(BPF・DET)8b、およびコンパレータ8cにより構成される。コンパレータ8cには、突起検出の信号を得るために一定の閾値電圧S<sub>1</sub>が与えられている。そこで、スライダ3aにディスク1の表面にある突起が衝

3

突すると、スライダ3aが衝撃を受けて振動し、このスライダ3aの振動とともにピエゾ素子4が振動する。このときのピエゾ素子4の振動は、(b)のように自己の固有振動数 $f_c$ （＝100kHz～300kHz程度）になる。その結果としてピエゾ素子4は、周波数 $f_c$ の振動電圧信号 $v$ を出力する。この出力から検出回路8bによりその帯域フィルタにより低周波成分を抽出し、さらに包絡線検波回路により検波して(c)に示す低周波数成分 $f_L$ の電圧信号 $v(f_L)$ を出力する。この出力信号がコンパレータ8cにより閾値電圧 $S$ と比較される。その結果、電圧信号 $v(f_L)$ が閾値電圧 $S$ を越えると、突起検出パルス $p$ がコンパレータ8cから出力される。そして、この突起検出パルス $p$ が図示しないデータ処理部においてカウントされる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記の突起検出機構においては、ピエゾ素子4が検出ヘッド3の負荷となっている。一方、実際の磁気ヘッドにはピエゾ素子4が搭載されないで、その浮上姿勢が実際の磁気ヘッドと異なる場合が生じる。そこで、検出された突起の高さが現状と合致しない問題が生じる。また、突起との衝突によるピエゾ素子の破損や、極めて細いリード線の断線が生じ易く、破損や断線した状態でなされた検査データは信頼性に疑問が残る。破損や断線が発生すると、その都度これらの取り替えが必要であり、その作業も手間がかかる。特に、最近における磁気ヘッドは、ディスクの高密度化に伴って、形状、寸法がますます小型化されてきている。例えば、その厚さが0.5mmで、2×2.6mm角という超ミニサイズの磁気ヘッドも出現している。その浮上高 $\delta h$ は極度に小さく、例えば、0.05 $\mu$ m程度である。したがって、この場合の突起の大きさの許容値は、最大限0.05 $\mu$ mとなる。突起検出機構は、このような微小な突起まで検出することが必要になる。しかし、超ミニサイズのヘッドにはピエゾ素子の取り付け余地がほとんどない。強いて取り付けるにはピエゾ素子自体の小型化が必要になるが、これによりピエゾ素子の感度は大きく低下する。また、超ミニサイズのヘッドでは、ヘッドが小さくなった分だけ浮上姿勢が実際の磁気ヘッドと異なる場合がより多く発生する。

【0006】そこで、このような問題を解決するために、この発明者等は、センサを搭載していない検出ヘッドと、この検出ヘッドを先端側に固定し、後端側が支持アームに固定されたサスペンションばねと、支持アームを支持するキャリッジと、サスペンションばねの後端側が固定された支持アームの面と反対側の面に固定された圧電セラミックスの振動センサとを備えていて、支持アームの厚さが振動センサの受信周波数帯域内で選択されたある周波数と衝突により発生し支持アームを伝搬する縦波の超音波の音速とにより決定される超音波の半波長あるいはその整数倍の波長にほぼ等しい突起検出装置を

4

提案し、この出願人はそれを出願している。

【0007】このように、圧電セラミックスの振動センサを支持アーム側に取付けて、支持アームの厚さを振動センサの受信周波数と支持アームを伝搬する超音波の縦波音速との関係で決定することで、縦波の超音波を支持アームの厚さ方向に定在させることができる。このことで、突起検出ヘッドが衝撃を受けて発生した音波をサスペンションばねを介して支持アームに効率よく伝達し、かつ、支持アームが厚さに対応する半波長の整数倍の縦波音波を共振状態で蓄える。これにより支持アームの共振振動をこの振動に対応する振動をもつ振動センサで効率よく検出する。したがって、突起検出ヘッドに直接固定して振動を検出する必要がなく、スライダ等を小型化できる。

【0008】さて、一般的に圧電セラミックスの振動センサの出力電圧は、突起の大きさが微小になるに従って低下する。また、出力電圧の特性は、振動センサ固有の振動周波数が主体になるが、種々の原因によりノイズ成分が混入し易く、出力電圧のレベル低下に応じてS/N比が悪化する。そこで、先に示した突起検出回路8では、ノイズに対する対策が未だ不十分であって、突起検出の信頼性が低下する問題がある。この発明は、以上に鑑みてなされたもので、振動センサから得られる突起検出の信号のS/N比を向上させることができ、検出の信頼性を向上させる磁気ディスクの突起検出回路を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明と特徴は、振動センサの出力電圧に含まれるノイズ成分を除去し、その固有振動周波数成分を抽出して検波し、さらにこれを微分して微分信号を所定のレベルと比較して検出することにより微小な突起に対する検出性能を向上させたものである。しかし、その具体的な構成は、振動センサから得られる電気信号を増幅する増幅器と、この増幅器からの信号を受けて振動センサ固有の振動周波数成分を抽出する帯域フィルタと、この帯域フィルタから出力された信号を包絡線検波して包絡線検波の電圧信号を出力する検波回路と、電圧信号を微分する微分回路と、この微分回路の出力信号を所定の閾値と比較して突起検出を示すパルスを出力するコンパレータとを備えるものである。

【0010】

【作用】このような突起検出回路にあっては、振動センサが出力するノイズを含む出力電圧がアンプにより適当に増幅されたのち、帯域フィルタにより振動センサの固有振動周波数の成分のみが抽出されてノイズが除去される。ついで、固有振動周波数成分は検波回路により検波されてそのエンベロープ電圧がえられ、さらに微分回路により微分されて波形の変化が強調された微分電圧が得られ、これがコンパレータにより一定の閾値電圧と比較されて突起検出パルスが出力される。以上のノイズ除去

5

と微分により、従来以上に微小な突起が良好に検出できる。

【0011】

【実施例】図1(a)は、この発明の磁気ディスクの突起検出回路の一実施例のブロック図であり、(b)は、各動作段階における各部の電圧波形図である。図(a)において、被検査ディスク1は、スピンドル2に装着されて回転する。これに対する検出ヘッド3は、図2(b),(c)に示したウインチェスタ型や薄膜ヘッドのもの、または前記した超ミニサイズヘッドのいずれでもよい。これは、

$$f_{c1} = (n/2d) \cdot (E^{1/2} / \rho) \quad \dots\dots\dots (1)$$

ただし、n：正の整数、E：ヤング率、 $\rho$ ：密度

【0012】超音波振動子9としては超音波の帯域（固有振動基本周波数 $f_{c1}$ ）が100kHz～1MHzのものを使用する。これは、従来の piezo 素子4の固有周波数が100kHz～300kHz程度の範囲であり、こ

$$D = 2m \times \lambda_1 / 4 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\lambda_1 = v / f_{c1} \quad \dots\dots\dots (3)$$

ただし、m：正の整数、v：支持アームの超音波の伝搬速度、 $\lambda_1$ ：支持アームにおける基本周波数 $f_{c1}$ に対する波長。

このような厚さDの支持アーム6は、厚さDに半波長 $\lambda_1/2$ が共振し、あるいは、1波長 $\lambda_1$ が共振して周波数 $f_{c1}$ の厚み振動をなす。これにより検出ヘッドの振動のうちの周波数 $f_{c1}$ の成分が小さい減衰で伝達される。

その結果、支持アーム6の厚さDに対応して縦波の超音★

$$\begin{aligned} v &= [(1-\gamma)/(1+\gamma)(1-2\gamma)]^{1/2} \times (E/\rho)^{1/2} \\ &= [(1-0.4)/\{(1+0.4)(1-2*0.4)\}]^{1/2} \\ &\quad \times (6.86*10^{10} [\text{N}\cdot\text{m}^{-2}] / 2.7*10^3 [\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}])^{1/2} \\ &= 7378 [\text{m/sec}] \quad (\text{ただし、「*」は「\times」と同じ}) \end{aligned}$$

ここで、 $f_{c1} = 490 \text{ kHz}$ として半波長の長さ(=支☆ ☆持アーム6の厚さ)を求めると、

$$\begin{aligned} \lambda_1 / 2 &= v / 2f = 7378 [\text{m/sec}] / 2*49*10^3 [\text{sec}^{-1}] \\ &= 7.53*10^{-3} [\text{m}] \\ &= 7.53 [\text{mm}] \end{aligned}$$

そこで、超音波振動子9は、共振周波数が490kHzを含む帯域あるいは、この付近に中心周波数を持つものを用いる。そして、支持アーム6の超音波振動子9を固定する部分の厚さを7.53mmを目標値としてその前後にする。なお、突起検査装置が使用される温度環境は、通常、 $23^\circ \pm 3^\circ$ 程度の温度管理がなされているので、縦波音速の変化は検査に影響を与えるほど変動しない。しかも、この実施例のような構造を採ると、支持アーム6の厚さと超音波振動子9の共振周波数がフィルタ作用をするので、ノイズ等に対して強い検出信号を得ることができる。

【0014】さて、10は、超音波振動子9からの出力を受ける突起検出回路である。これは、アンプ10a、帯域フィルタ(BPF)10b、検波回路(DET)10c、微分回路(Diff)10d、およびコンパレー

6

\*付けられている。ただし、この検出ヘッド3は、 piezo 素子4が搭載されていない。サスペンションばねの後端は、キャリッジ機構7に設けられた支持アーム6の下面に固定されている。支持アーム6は、アルミニウム板により構成し、その上面に圧電セラミックスの振動センサとして超音波振動子9が固定されている。この超音波振動子9は、チタン酸バリウム、またはチタン酸ジルコン鉛のいずれかの多結晶セラミックスよりなるものである。超音波振動子9は、その厚さdに対して次に式で表される固有振動周波数(または共振周波数) $f_{c1}$ を有する縦波振動子である。

※の程度の周波数は、すでに突起検査としては実績があるからである。そして、超音波振動子9が固定されている支持アーム6の部分の厚さDを次の式によって計算される値またはその近傍に設定する。

20★波が定在し、超音波振動子9がそれに共振して振動電圧を出力する。

【0013】例えば、支持アーム6をアルミニウム製のものとするれば、アルミニウム中を伝搬する音速は、標準温度でヤング率Eを7000kgf/平方ミリメートル、ポアソン比 $\gamma$ を0.4、密度 $\rho$ を2.7g/立方センチとすると、その縦波速度vは次の式ようになる。

タ(COM)10eが継続接続されて構成され、コンパレータ10eには一定の閾値電圧S<sub>1</sub>が与えられている。

【0015】図1(a),(b)により突起検出回路10の動作を説明すると、超音波振動子9が出力するノイズを含む出力電圧vは、アンプ10aにより適当なレベルまで増幅される。増幅された信号は、帯域フィルタ10bによりノイズが除去されてその固有振動基本周波数 $f_{c1}$ (あるいはその高調波の1つとしての固有振動周波数 $f_{c1}$ )の振動電圧v( $f_{c1}$ )のみが抽出される。そして、検波回路10cにより包絡線検波が行われ、エンベロープ電圧v( $f_{c1}$ )の信号が出力される。エンベロープ電圧v( $f_{c1}$ )の出力信号は、次に微分回路10dに加えられ、これにより微分されて電圧変化が強調された微分電圧v( $f_{c1}$ )の信号として出力される。この微分電圧v

( $f_c$ )の出力信号がコンパレータ10eに入力されてコンパレータ10eにおいて閾値電圧 $S_v$ と比較される。その結果、これから突起パルス $p$ が出力される。

【0016】以上において、振動電圧 $v(f_c)$ は、図(b)の(i)に示すように、突起に衝突した瞬間の立ち上がり波形が急峻であるので、そのエンベロープ電圧 $v(f_e)$ もまた立ち上がり部分が急峻な波形になる(ii)参照)。この立ち上がり部分からピークの前後の変化が大きくなるので、これを微分した信号は、(iii)のようになる。この信号が微分回路10dからコンパレータ10e

に加えられる。そこで、これが比較対象となることからコンパレータ10eによる比較検出が明確に行われ、突起パルス $p$ が出力される(iv)参照)。したがって、信頼性の高い検出ができる。なお、帯域フィルタ10bの周波数帯域は、超音波振動子9の固有振動周波数 $f_c$ 、

(固有振動基本周波数 $f_{c1}$ あるいはその高調波の周波数)をカタログまたは実験により求めて適切な値のものを使用する。さらに、閾値電圧 $S_v$ の値は、実験などにより適切に定めるものとする。

【0017】ところで、以上は、振動センサとして超音波振動子を用いた例を上げているが、図1(a)に点線で示すように、従来と同様にピエゾ素子4をスライダ3aの上部に乗せた形態の検出ヘッドとし、ピエゾ素子4から信号を突起検出回路10で受けてもよいことはもちろんである。実施例では、磁性膜や保護膜がコーティングされた磁気ディスクの突起検出について説明しているが、この発明は、磁気ディスクの基板であるディスクサブストレートの突起検出についても適用できることはもちろんである。

【0018】

\*【発明の効果】以上の説明のとおり、この発明の突起検出回路にあっては、帯域フィルタにより振動センサの固有振動周波数の成分のみが抽出されてノイズが除去され、そのエンベロープ電圧を微分することにより波形の変化が強調されて従来以上に微小な突起まで良好に検出できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の一実施例を示し、(a)は突起検出回路の概略のブロック構成図、(b)は突起検出回路の各動作段階における電圧波形図である。

【図2】 (a)は従来の突起検出機構の構成図、(b)はウインチェスター型ヘッドスライダの形状図、(c)は薄膜ヘッドの形状図である。

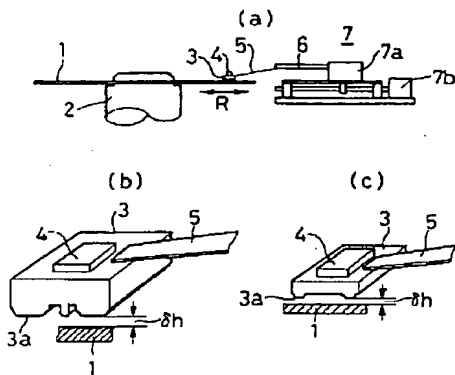
【図3】 (a)は従来の突起検出回路の概略構成図、(b)はピエゾ素子の振動波形図、(c)は突起パルスの検出方法の説明図である。

【図4】 特許出願される突起検出機構の概略構成図である。

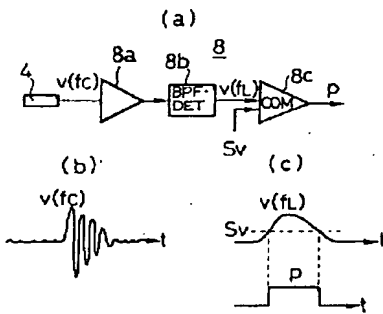
【符号の説明】

1…磁気ディスク、ディスク、2…スピンドル、3…突起検出ヘッド、検出ヘッド、3a…検出ヘッドの底面(スライダ面)、4…ピエゾ素子、5…サスペンションばね、6…支持アーム、7…キャリッジ機構、7a…移動部、7b…駆動モータ、8…従来の突起検出回路、8a…アンプ、8b…帯域フィルタ(BPF)、8c…コンパレータ(COM)、9…超音波振動子、10…この発明の突起検出回路、10a…アンプ、10b…帯域フィルタ(BPF)、10c…検波回路(DET)、10d…微分回路(Diff)、10e…コンパレータ(COM)。

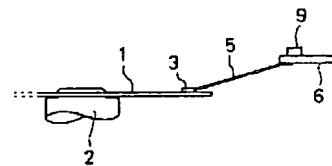
【図2】



【図3】



【図4】



【図1】

